



# Treinamento de Força para Pacientes com Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica

## Strength Training for Patients With Chronic Obstructive Pulmonary Disease

Evelise Guimarães da Silva<sup>1</sup>  
Victor Zuniga Dourado<sup>2</sup>

1. Departamento de Ginecologia e Obstetrícia da Faculdade de Medicina de Botucatu-UNESP, Botucatu – SP

2. Departamento de Ciências da Saúde da Universidade Federal de São Paulo – UNIFESP Baixada Santista, Santos – SP

### Endereço para correspondência:

Rua Angelin Foglia, 174  
Vila Carmelo – Botucatu – SP  
CEP 18609-570  
Email: evelise.guimaraes@bol.com.br

Submetido em 09/05/2007  
Versão final recebida em 12/07/2007  
Aceito em 03/01/2008

### RESUMO

Pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica apresentam comumente fraqueza muscular periférica associada à intolerância ao exercício. Embora efetivo, o exercício aeróbico apresenta pouco ou nenhum efeito na fraqueza e atrofia muscular, além de não ser tolerado pela maioria dos pacientes com DPOC. Nesse sentido, o treinamento de força é opção racional para aumentar a força muscular, além de já ter se mostrado mais tolerável que o exercício aeróbico. O aumento de força muscular periférica é o benefício mais consistente do treinamento de força e, quando este é associado ao exercício aeróbico, não resulta em melhora adicional da capacidade de exercício, da dispnéia e da qualidade de vida. Contudo, observa-se que o treinamento combinado é fisiologicamente mais completo e pode ser uma opção de condicionamento físico mais diversificado. O treinamento de moderada a alta intensidade resulta em maiores adaptações fisiológicas, entretanto o exercício de baixa intensidade é tolerável, simples, de fácil execução domiciliar, não requer equipamentos sofisticados e resulta em benefícios significativos. Este exercício é indicado, sobretudo, para os pacientes com DPOC mais avançada. Finalmente, há evidências recentes de que o treinamento de força para os músculos do tronco é alternativa válida para melhorar a capacidade funcional de exercício e a função pulmonar em pacientes com DPOC. A presente revisão de literatura sugere a incorporação do treinamento de força como estratégia de rotina nos programas de reabilitação pulmonar. Pesquisas futuras são necessárias para avaliar os efeitos do treinamento de força na saúde mental, no desempenho em atividades de vida diária, na saúde osteoarticular, no risco de quedas e na função pulmonar, entre outros.

**Palavras-chave:** DPOC, treinamento de força, reabilitação pulmonar, qualidade de vida.

### ABSTRACT

Patients with chronic obstructive pulmonary disease commonly present peripheral muscular weakness associated with intolerance to exercise. Although being effective, aerobic exercise presents little or no effect on the muscular weakness and atrophy, besides not being tolerated by the majority of patients with COPD. Within this context, strength training is a rational option for increasing muscular strength; it is also more tolerable than aerobic exercise. The increase in peripheral muscular strength is the most consistent benefit of strength training and, when it is added to aerobic exercise; it does not result in additional improvement in exercise capacity, dyspnea or quality of life. Nevertheless, it has been observed that combined training is physiologically more complete and can be a reasonable option of a more diverse physical conditioning. Training of moderate to high intensity results in greater physiological adaptations; however, low-intensity exercise is tolerable, simple and easy to be performed at home, does not require any sophisticated equipment and results in significant benefits. This exercise is indicated, above all, to patients with more advanced COPD. Finally, there is recent evidence that strength training for trunk muscles is a valid alternative for improving functional exercise capacity and pulmonary function in patients with COPD. The present review suggests the incorporation of strength training as a routine strategy in pulmonary rehabilitation programs. Future studies are necessary to evaluate the effects of strength training in the mental health, in the performance of daily tasks, in the bone and joint health, in the risk of falls and in the pulmonary function, among others.

**Keywords:** COPD, strength training, pulmonary rehabilitation, quality of life.

## INTRODUÇÃO

A intolerância ao exercício é manifestação comum em pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC). Embora a limitação ventilatória contribua para este quadro, essa intolerância pode ser atribuída também à disfunção muscular esquelética<sup>(1)</sup>. A redução de força, de massa muscular e da concentração de enzimas oxidativas associadas à diminuição do metabolismo de fosfocreatina<sup>(2)</sup> provocam lactacidose precoce nos pacientes com DPOC<sup>(3,4)</sup>.

A disfunção do sistema muscular esquelético é caracterizada pela diminuição significativa da força e da massa muscular<sup>(5-7)</sup>, sendo que a redução da massa muscular é fator de previsão independente para a mortalidade em pacientes com DPOC, especialmente nos pacientes com volume expiratório forçado no primeiro segundo (VEF<sub>1</sub>) < 50% do previsto<sup>(8)</sup>. Embora essas alterações musculares tenham causa multifatorial, diversos autores apontam a diminuição crônica do condicionamento como fator mais importante<sup>(5,9-12)</sup>.

Algumas evidências suportam esta afirmativa: 1) a fraqueza muscular encontra-se, preferencialmente, nos membros inferiores provavelmente devido à maior quantidade de atividades de vida diária realizada com os membros superiores<sup>(5)</sup>; 2) a redução da concentração de enzimas oxidativas no vasto lateral dos pacientes com DPOC<sup>(13)</sup> não se confirma em músculos mais solicitados em atividades de vida diárias tais como deltóide<sup>(9)</sup> e tibial anterior<sup>(12)</sup>; 3) a redução de força muscular do quadríceps em pacientes com DPOC<sup>(5,14,15)</sup> não se confirma nos músculos abdominais devido à grande atividade deste grupo muscular na expiração forçada e na tosse<sup>(11)</sup>.

O exercício físico é considerado a conduta mais efetiva na reabilitação pulmonar<sup>(16)</sup> e, dentre as modalidades de exercício, o treinamento aeróbio pode ser efetivo na reversão dos prejuízos funcionais<sup>(17)</sup>; entretanto, apresenta pouco ou nenhum efeito sobre a redução de força e atrofia muscular. Nesse sentido, o treinamento de força é opção racional no processo de reabilitação pulmonar de pacientes com DPOC<sup>(18)</sup>.

As prescrições do treinamento de força para pacientes com DPOC são baseadas em extrapolações das recomendações de indivíduos idosos assintomáticos e em experiências bem sucedidas em pacientes com DPOC. Alguns benefícios desse tipo de treinamento já são evidentes. Nesse sentido, esta revisão tem como objetivos: discutir os benefícios e recomendações do treinamento de força para pacientes com DPOC; comparar os resultados do treinamento de força isolado com os do treinamento aeróbio isolado e os do treinamento combinado entre estas modalidades e discutir possíveis estratégias para pesquisas futuras.

Foram realizadas pesquisas bibliográficas nas bases de dados MEDLINE, PUBMED, SCIELO E LILACS nos últimos 20 anos para identificar, principalmente, ensaios clínicos controlados randomizados que avaliaram os efeitos do treinamento de força, associados ou não a outras modalidades de exercício, em pacientes com DPOC. Foram utilizados os unitermos *chronic obstructive pulmonary disease* (COPD), *pulmonary rehabilitation*, *exercise training*, *strength and resistance training* e *weightlifting*, *weight training* e suas traduções para a língua portuguesa.

## TREINAMENTO DE FORÇA ISOLADO

Duas intensidades de treinamento de força são apresentadas na literatura: o treinamento de moderada a alta intensidade baseado em intensidades relativas (50-90%) de uma repetição máxima (maior quantidade de carga que pode ser mobilizada em uma amplitude total de determinado movimento – 1RM)<sup>(2,19,20)</sup> (Tabela 1), e o treinamento com pesos leves ou com a própria resistência dos segmentos corporais<sup>(21-24)</sup> (Tabela 2). A Tabela 3 apresenta os delineamentos e resultados dos principais ensaios clínicos envolvendo pacientes com DPOC.

Quanto ao treinamento de moderada a alta intensidade, Simpson et al.<sup>(2)</sup> randomizaram 32 pacientes com DPOC em grupo de treinamento de força ou controle não exercitado. Houve aumento da força muscular entre 16% e 44% e do tempo de *endurance* entre 8,6 e 15min e melhora da qualidade de vida, apenas para os pacientes submetidos ao treinamento. Não foram observadas melhoras significativas no teste incremental limitado por sintomas em cicloergômetro, tampouco no teste de caminhada de seis minutos (TC6) em ambos os grupos. Em delineamento semelhante, Clark et al.<sup>(19)</sup> observaram aumento significativo da força muscular em quatro dos cinco exercícios destinados aos membros inferiores e em um dos três exercícios destinados aos membros superiores, melhora significativa da resistência isocinética de membros superiores e inferiores e aumento do tempo de *endurance* em esteira rolante, apenas no grupo de treinamento. Não foram observadas alterações significativas no teste incremental limitado por sintomas em ambos os grupos.

Em estudo recente, Hoff et al.<sup>(20)</sup> avaliaram 12 pacientes com DPOC randomizados para oito semanas (3x/semana) de treinamento de força de alta intensidade, realizado em equipamento de pressão das pernas (5RM) ou grupo controle não exercitado. Os resultados mostraram que, além da melhora da força muscular periférica (105%), os pacientes submetidos ao treinamento obtiveram melhora significativa da eficiência mecânica (Wmax/O<sub>2</sub> consumido) em cicloergômetro (32%), do VEF<sub>1</sub> (21,5%), da capacidade vital forçada CVF (~10%) e da relação VEF<sub>1</sub>/CVF (~2%). Este estudo é o primeiro a mostrar melhora dos atributos de função pulmonar após treinamento de força em pacientes com DPOC. Os autores atribuíram tais resultados ao fato de que o exercício de pressão das pernas exige atividade significativa dos músculos abdominais, os quais são fundamentais para a expiração forçada<sup>(20)</sup>.

Quanto ao treinamento de baixa intensidade, Clark et al.<sup>(21)</sup> avaliaram os efeitos do treinamento em 48 pacientes com DPOC randomizados em grupo de treinamento ou grupo controle não exercitado. O grupo de treinamento foi submetido a seqüência de exercícios isoinerciais durante 12 semanas (2x/semana) (Tabela 2), o qual mostrou melhora significativa da força e resistência musculares e do tempo de *endurance* em esteira rolante. Não foi observada a melhora da capacidade máxima de exercício em ambos os grupos.

O aumento significativo da força muscular periférica é o benefício mais consistente do treinamento de força<sup>(25)</sup>, apresentando pouco ou nenhum efeito relacionado ao incremento do consumo máximo de oxigênio (VO<sub>2</sub>max)<sup>(19,26,27)</sup>, entretanto resulta em melhora significativa da capacidade funcional de exercício, evidenciada por incrementos da distância percorrida em testes de caminhada e do aumento do tempo de *endurance*<sup>(2,17,19,21,22,27)</sup>. Adicionalmente, dados recentes sugerem efeitos positivos do treinamento de força de alta intensidade na eficiência mecânica em cicloergômetro e na função pulmonar<sup>(20)</sup>.

## TREINAMENTO DE FORÇA VERSUS TREINAMENTO AERÓBIO

Três principais estudos compararam o treinamento de força ao treinamento aeróbio<sup>(17,22,27)</sup>. Em relação ao treinamento de moderada a alta intensidade, Spruit et al.<sup>(17)</sup> avaliaram 48 pacientes com DPOC randomizados para 12 semanas de treinamento de força ou treinamento aeróbio (Tabela 3). Embora o grupo de treinamento de força tenha obtido resultados melhores relacionados à força muscular periférica, os resultados do TC6 e da qualidade de vida foram semelhantes e estatisticamente significativos em ambos os grupos. Ortega et al.<sup>(27)</sup> avaliaram os efeitos do treinamento de força isolado, treinamento aeróbio isolado ou treinamento combinado (metade de treinamento de força + metade de treinamento aeróbio), durante 12 semanas. Os

**Tabela 1.** Resumo das prescrições utilizadas em programas de treinamento de força de moderada a alta intensidade para pacientes com DPOC.

Estudo	Exercícios/Músculos	Período (sem)	Frequência (d/sem)	Nº de séries	Repetições por série	Intensidade	Intervalo (min)
Simpson et al. <sup>(2)</sup>	Flexão dos cotovelos Extensão dos joelhos Pressão das pernas horizontal	8	3	3	10	50-85% de 1RM	Não especificado
Bernard et al. <sup>(5)</sup>	Supino máquina sentado Remada Pressão das pernas horizontal Extensão dos joelhos	12	3	2-3	8-10	60-80% de 1RM	Não especificado
Clark et al. <sup>(19)</sup>	Supino Agachamento Flexão plantar Puxada alta Flexão dos cotovelos Pressão das pernas horizontal Flexão dos joelhos Extensão dos joelhos	12	2	3	10	70% de 1RM	Não especificado
Troosters et al. <sup>(31)</sup>	Tríceps braquial Latíssimo do dorso Peitorais Quadríceps	26	13sem – 3d/sem 13sem – 2d/sem	3	10	60% de 1RM	Não especificado
Spruit et al. <sup>(17)</sup>	Quadríceps Peitorais Tríceps braquial Deltóide Bíceps braquial Isquiotibiais	12	3	3	8	70% de 1RM + 5% de 1RM a cada semana	Não especificado
Ortega et al. <sup>(27)</sup>	Remada Flexão-adição dos ombros Desenvolvimento sentado Flexão dos joelhos Extensão dos joelhos	12	3	2-4	6-8	70-85% de 1RM	Não especificado
Mador et al. <sup>(29)</sup>	Flexão dos joelhos Extensão dos joelhos Supino máquina sentado Remada	8	3	1-3	10	60% de 1RM + 5 libras quando possível	Não especificado
Panton et al. <sup>(30)</sup>	Pressão das pernas horizontal Flexão plantar Flexão dos joelhos Extensão dos joelhos Supino máquina sentado Puxada alta Desenvolvimento sentado Remada Abdominal máquina ( <i>crunch</i> ) Extensão do tronco Flexão dos cotovelos Tríceps em polia	12	2	3	8-12	32-64% de 1RM	Não especificado
Casaburi et al. <sup>(41)</sup>	Pressão das pernas horizontal Flexão dos joelhos Extensão dos joelhos	10	3	3	8-12	60-80% de 1RM	1-2
Dourado et al. <sup>(24)</sup>	Pressão das pernas horizontal Extensão dos joelhos Puxada alta Remada Supino Flexão dos cotovelos Tríceps em polia	12	3	2-3	8-12	50-80% de 1RM	2-3
Hoff et al. <sup>(20)</sup>	Pressão das pernas horizontal	8	3	4	5	85-90% de 1RM	2

sem = semanas; d/sem = dias por semana; min = minutos; 1RM = uma repetição máxima

**Tabela 2.** Resumo das prescrições usadas em programas de treinamento de força de baixa intensidade para pacientes com DPOC.

Estudo	Programa de exercícios
Clark et al. <sup>(19)</sup>	Circundução do ombro, exercício abdominal, flexão dos braços na parede, sentar-se e levantar-se de uma cadeira, extensão dos joelhos, flexão plantar, mini-agachamento, <i>Step</i> (30-60s cada)
Normandin et al. <sup>(22)</sup>	<b>Exercícios na cadeira</b> (8-10 repetições cada) Flexão/hiperextensão e rotação da coluna cervical, flexão dos cotovelos, circundução do ombro, punhos e tornozelos, flexão/hiperextensão dos dedos do pé e exercício em supino (adução do ombro + extensão do cotovelo) Pesos livres (8-10 repetições cada) Flexão dos cotovelos e dos punhos, extensão dos cotovelos, abdução e flexão do ombro <b>Exercícios em pé</b> (8-10 repetições cada) Circundução e flexão/hiperextensão do tronco, flexão plantar e alongamentos gerais
Kamahara et al. <sup>(32)</sup>	<b>Treinamento em circuito</b> (3x; intervalo de 1 min entre os exercícios e 5 min entre os circuitos) Aquecimento (10min), flexão plantar, exercício abdominal (6 repetições), exercício para os membros superiores (20 repetições), cicloergômetro – 2min a 80% do consumo máximo de oxigênio obtido no teste incremental limitado por sintomas
Dourado et al. <sup>(24)</sup>	30min de caminhada livre com intensidade auto-determinada, exercícios para os membros superiores em diagonal e exercícios para os membros superiores em diagonal com pesos (20 repetições cada), flexão dos ombros com pesos, adução horizontal dos braços, extensão dos cotovelos com pesos, flexão dos braços, flexão dos cotovelos com pesos, extensão do tronco, exercício abdominal, abdução dos quadris e agachamento (25 repetições cada)

resultados evidenciaram melhora significativa no teste de caminhada (*shuttle walk test*) sem melhora significativa do  $VO_{2max}$  no grupo de treinamento de força. A melhora significativa do  $VO_{2max}$  foi encontrada nos pacientes submetidos a treinamento aeróbio isolado. Com exceção do quadríceps, não houve melhora da força muscular periférica para o grupo de treinamento aeróbio. Houve melhora significativa da força muscular para todos os grupos musculares no grupo de treinamento de força. Ambos os treinamentos aprimoraram a qualidade de vida de maneira semelhante.

Normandin et al.<sup>(22)</sup> avaliaram 40 pacientes com DPOC randomizados para oito semanas (16 sessões) de treinamento de força de baixa intensidade (Tabela 2) ou treinamento aeróbio de moderada a alta intensidade (Tabela 3). Ambos os grupos de pacientes com DPOC mostraram aprimoramentos significativos relacionados à capacidade de exercício, dispnéia, desempenho em atividades de vida diária e qualidade de vida.

A melhora da qualidade de vida é equivalente após os treinamentos de força e aeróbio<sup>(17,27)</sup>, entretanto revisão sistemática recente sugere superioridade do treinamento de força quanto aos escores total e de dispnéia do *Chronic Respiratory Disease Questionnaire* (CRQ)<sup>(18)</sup>.

O  $VO_{2max}$  apresenta resultados significativamente mais consistentes após programas de treinamento aeróbio, entretanto Wright et al.<sup>(26)</sup> e Spruit et al.<sup>(17)</sup> observaram incremento significativo da  $W_{max}$  em cicloergômetro após treinamento de força isolado<sup>(17,27)</sup>. O treinamento de força apresenta resultados efetivos relacionados ao aumento da força muscular periférica, à melhora da qualidade de vida e à capacidade funcional de exercício<sup>(19)</sup>.

O aumento significativo de força muscular periférica após treinamento aeróbio, quando presente, foi restrito aos membros inferior-

res<sup>(17,27-29)</sup>. Diferentemente, Spruit et al.<sup>(17)</sup> encontraram melhora significativa da força muscular periférica em membros superiores. Este fato pode ser atribuído ao regime de treinamento aeróbio prescrito envolvendo esteira rolante, cicloergômetro e ergômetro de braço (Tabela 3), além disso, os pacientes selecionados para o estudo apresentavam fraqueza muscular significativa.

## TREINAMENTO COMBINADO

Há dois principais delineamentos de treinamento combinados descritos na literatura: o longo, em que o treinamento de força é adicionado ao treinamento aeróbio existente e, portanto, aumentando a duração das sessões<sup>(28-30)</sup>; e o curto, em que a duração da sessão de treinamento aeróbio é reduzida à metade e a outra metade da sessão é destinada ao treinamento de força<sup>(24,27)</sup>.

Bernard et al.<sup>(28)</sup> avaliaram a contribuição do treinamento de força ao treinamento aeróbio em cicloergômetro (Tabela 3). Houve melhora significativa da área de secção transversal do ponto médio da coxa, da força muscular do quadríceps (20%) e do peitoral maior (15%). Estes incrementos foram significativamente maiores que os encontrados para o grupo de treinamento aeróbio. Entretanto, o treinamento combinado não resultou em incrementos adicionais do  $VO_{2max}$ , do TC6, ou da qualidade de vida. Em delineamento semelhante (Tabela 3), Mador et al.<sup>(29)</sup> observaram que o treinamento combinado longo resultou em incrementos significativos da força do quadríceps (23,6%), dos isquiotibiais (26,7), do peitoral maior (17,5%) e do latíssimo do dorso (20%), apenas para o grupo de treinamento de força. Os aprimoramentos do TC6, do tempo de *endurance* em cicloergômetro e da qualidade de vida foram significativos e semelhantes em ambos os grupos. Quanto ao desempenho em atividades de vida diária, Panton et al.<sup>(30)</sup> observaram que o treinamento combinado longo resultou em aprimoramentos adicionais significativos no desenvolvimento de atividades de vida diária simuladas.

Pode-se concluir que, o treinamento de força associado ao treinamento aeróbio resulta em incrementos adicionais da força muscular, os quais podem se traduzir em melhora do desempenho em atividades de vida diária<sup>(30)</sup>. Entretanto, não resulta em ganhos adicionais relacionados à capacidade funcional de exercício e à qualidade de vida<sup>(28,29)</sup>.

Ortega et al.<sup>(27)</sup> avaliaram 47 pacientes randomizados para treinamento de força isolado, treinamento aeróbio isolado ou treinamento combinado curto. Com relação ao  $VO_{2max}$ , o grupo de treinamento combinado mostrou incrementos semelhantes aos encontrados no grupo de treinamento aeróbio e resultados significativamente melhores que os do grupo de treinamento de força. Embora o teste de caminhada (*shuttle walk test*) tenha melhorado significativamente apenas no grupo de treinamento de força, a magnitude da alteração absoluta não foi diferente da encontrada nos demais grupos. A melhora da força muscular obtida após o treinamento combinado foi semelhante à encontrada após o treinamento de força e significativamente maior que a encontrada após o treinamento aeróbio. Não houve diferenças entre os grupos quanto à melhora da qualidade de vida e da dispnéia. Os autores concluíram que o treinamento combinado foi fisiologicamente mais completo sem, no entanto, aumentar a duração das sessões de treinamento.

No mesmo sentido, Dourado et al.<sup>(24)</sup> avaliaram o treinamento combinado curto entre treinamento de força e exercícios gerais de baixa intensidade (Tabela 2). Os resultados obtidos após treinamento de força isolado e treinamento combinado foram semelhantes quanto à qualidade de vida, ao TC6, ao teste de *endurance* em esteira rolante e à força muscular periférica. Troosters et al.<sup>(31)</sup> compararam um grupo de treinamento combinado com grupo controle não exercitado

**Tabela 3.** Características dos principais ensaios clínicos controlados randomizados que avaliaram os efeitos do treinamento de força sem suporte nutricional ou uso de ergogênicos.

Estudos	População	Programa de exercícios	Duração das sessões	Resultados (p<0,05: antes vs após o treinamento)
Simpson et al. <sup>(2)</sup>	28 pacientes, VEF <sub>1</sub> 38% do previsto, idade 58 a 80 anos	<b>Grupo 1:</b> TF-MAI <b>Grupo 2:</b> controle	<b>Grupo 1:</b> 30-60 min <b>Grupo 2:</b> não exercitado	<b>Grupo 1:</b> TEnd, CRQ, FMI, FMS <b>Grupo 2:</b> não significativos
Clark et al. <sup>(21)</sup>	48 pacientes, VEF <sub>1</sub> 64% do previsto, idade média 58 anos	<b>Grupo 1:</b> TF-BI <b>Grupo 2:</b> controle	<b>Grupo 1:</b> 15-30 min <b>Grupo 2:</b> não exercitado	<b>Grupo 1:</b> TEnd, FMI, FMS <b>Grupo 2:</b> não significativos
Bernard et al. <sup>(5)</sup>	36 pacientes, VEF <sub>1</sub> 42,5% do previsto, idade média 65 anos	<b>Grupo 1:</b> C 80% de Wmax (30 min) <b>Grupo 2:</b> C 80% de Wmax + TF-MAI	<b>Grupo 1:</b> 30 min <b>Grupo 2:</b> 60 min	<b>Grupo 1:</b> CME, TEnd, TC6, CRQ, FMI, FMS <b>Grupo 2:</b> CME, TEnd, TC6, CRQ, FMI*, FMS*, ASTC
Clark et al. <sup>(19)</sup>	43 pacientes, VEF <sub>1</sub> 77% do previsto, idade média 49 anos	<b>Grupo 1:</b> TF-MAI <b>Grupo 2:</b> controle	<b>Grupo 1:</b> ~ 60 min <b>Grupo 2:</b> não exercitado	<b>Grupo 1:</b> TEnd, FMI, FMS <b>Grupo 2:</b> não significativos
Trosters et al. <sup>(31)</sup>	100 pacientes, VEF <sub>1</sub> 43% do previsto, idade média 63 anos	<b>Grupo 1:</b> C 60-80% de Wmax, ER 60-80% do TC6, EB e step + TF-MAI <b>Grupo 2:</b> controle	<b>Grupo 1:</b> 90 min <b>Grupo 2:</b> não exercitado	<b>Grupo 1:</b> CME, TC6, CRQ, FMI, FMS, FMR <b>Grupo 2:</b> não significativos
Kaelin et al. <sup>(23)</sup>	50 pacientes, VEF <sub>1</sub> 39,45% do previsto ± 68 anos	<b>Grupo único:</b> ER e step a 65-85% dos METs no TC6 + TF-BI	<b>Grupo único:</b> ~ 60 min	<b>Grupo único:</b> CME, TC6, SF-36
Normandin et al. <sup>(22)</sup>	40 pacientes, VEF <sub>1</sub> 49,5% do previsto idade média 68 anos	<b>Grupo 1:</b> C 80% de Wmax <b>Grupo 2:</b> TF-BI	<b>Grupo 1:</b> 10-30 min <b>Grupo 2:</b> 10-30 min	<b>Grupo 1:</b> CME, TEnd#, AVD, CRQ, TDI <b>Grupo 2:</b> TEnd, AVD*, CRQ, TDI
Spruit et al. <sup>(17)</sup>	30 pacientes, VEF <sub>1</sub> 40,5% do previsto idade média 63 anos	<b>Grupo 1:</b> C 30-70% de Wmax, ER 60% da velocidade atingida no TC6, EB (4-9 min) <b>Grupo 2:</b> TF-MAI	<b>Grupo 1:</b> 90 min <b>Grupo 2:</b> 90 min	<b>Grupo 1:</b> CME, TEnd, TC6, CRQ, FMI, FMS <b>Grupo 2:</b> CME, TEnd, TC6, CRQ, FMI*, FMS
Ortega et al. <sup>(27)</sup>	47 pacientes, VEF <sub>1</sub> 38,8% do previsto idade média 64 anos	<b>Grupo 1:</b> C 60% de Wmax <b>Grupo 2:</b> TF-MAI <b>Grupo 3:</b> TC	<b>Grupo 1:</b> 40 min <b>Grupo 2:</b> 40 min <b>Grupo 3:</b> 40 min	<b>Grupo 1:</b> CME#, TEnd#, CRQ, FMI, BDI <b>Grupo 2:</b> TEnd, SWT, CRQ, FMI*, FMS*, BDI <b>Grupo 3:</b> TEnd, CRQ, FMI*, FMS*, BDI
Mador et al. <sup>(29)</sup>	24 pacientes, VEF <sub>1</sub> 41,8% do previsto, idade média 71 anos	<b>Grupo 1:</b> C >50% de Wmax (20 min), ER 1,1-2 milhas/hora (15 min) <b>Grupo 2:</b> TF-MAI	<b>Grupo 1:</b> 60 min <b>Grupo 2:</b> 90 min	<b>Grupo 1:</b> CME, TEnd, TC6, CRQ <b>Grupo 2:</b> CME, TEnd, TC6, CRQ, FMI*, FMS*
Panton et al. <sup>(30)</sup>	17 pacientes, VEF <sub>1</sub> 41,9% do previsto, idade média 63 anos	<b>Grupo 1:</b> C, EB, esteira rolante, caminhada livre (30 min) e exercício com halteres (30 min) todos a 50-70% da FCR <b>Grupo 2:</b> treino do grupo 1 + TF-MAI	<b>Grupo 1:</b> 60 min <b>Grupo 2:</b> 105-120 min	<b>Grupo 1:</b> AVD <b>Grupo 2:</b> TC12, AVD*, FMI, FMS, MMC
Kamahara et al. <sup>(32)</sup>	10 pacientes, VEF <sub>1</sub> 40,2% do previsto, idade média 70 anos	<b>Grupo único:</b> TF-BI em circuito (4 exercícios MI, MS, tronco e caminhada com 1 min de intervalo entre cada exercício e 5 min entre cada um dos três circuitos)	<b>Grupo único:</b> ~30-40 min	<b>Grupo único:</b> TC6, CRQ, FMI, FMS, FMR
Dourado et al. <sup>(24)</sup>	30 pacientes, VEF <sub>1</sub> 59,8% do previsto, idade média 62 anos	<b>Grupo 1:</b> caminhada livre + TF-BI <b>Grupo 2:</b> TF-MAI <b>Grupo 3:</b> TC	<b>Grupo 1:</b> 60 min <b>Grupo 2:</b> 60 min <b>Grupo 3:</b> 60 min	<b>Grupo 1:</b> SGRQ <b>Grupo 2:</b> TEnd, TC6, SGRQ, FMI*, FMS*, BDI <b>Grupo 3:</b> TEnd, TC6, SGRQ, FMI*, FMS*
Hoff et al. <sup>(20)</sup>	12 pacientes, VEF <sub>1</sub> 39,5% do previsto, idade média 63 anos	<b>Grupo 1:</b> TF-IM <b>Grupo 2:</b> controle	<b>Grupo 1:</b> não especificado <b>Grupo 2:</b> não exercitado	<b>Grupo 1:</b> FMI, EM, FP <b>Grupo 2:</b> não significativos

TF-MAI = treinamento de força de moderada a alta intensidade; TF-BI = treinamento de força de baixa intensidade; TF-IM = treinamento de força de intensidade máxima; TA= treinamento aeróbio; TC = treinamento combinado (metade grupo 1 e metade grupo 2); C = cicloergômetro; ER = esteira rolante; EB = ergômetro de braço; FCR = frequência cardíaca de reserva; MI = membros inferiores; MS = membros superiores; CME = capacidade máxima de exercício; TEnd = teste de *endurance* com carga constante; TC6 = teste de caminhada de seis minutos; TC12 = teste de caminhada de 12 minutos; SWT = teste de caminhada com velocidade controlada (*shuttle walk test*); CRQ = *chronic respiratory disease questionnaire*; SGRQ = *Saint George's respiratory questionnaire*; BDI = *baseline dyspnea index*; TDI = *transitional dyspnea index*; AVD = desempenho em atividades de vida diária simuladas; FMI = força de membros inferiores; FMS = força de membros superiores; FMR = força muscular respiratória; EM = eficiência mecânica em cicloergômetro (potência (W)/O<sub>2</sub> consumido); FP = função pulmonar; ASTC = área de secção transversal do ponto médio da coxa; \*p<0,05 = incremento adicional relacionado ao treinamento de força; #p<0,05 = incremento adicional relacionado ao treinamento aeróbio

(Tabela 3) e observaram incrementos significativos na capacidade máxima de exercício, no TC6, na força muscular respiratória e periférica e na qualidade de vida dos pacientes com DPOC após seis meses de treinamento.

Outras formas de treinamento combinado já foram investigadas na literatura. Kaelin et al.<sup>(23)</sup> avaliaram a combinação entre treinamento de força e treinamento aeróbio intervalado. Nesse estudo não houve grupo controle e o treinamento intervalado foi realizado com trabalho e descanso ativo na razão de 1:1. Houve melhora significativa da capacidade máxima de exercício, do TC6 e de seis dos oito domínios da qualidade de vida (*short form 36*). Kamahara et al.<sup>(32)</sup>, também sem grupo controle, avaliaram os efeitos do treinamento em circuito composto de exercício aeróbio em cicloergômetro e exercícios de fortalecimento muscular (Tabela 2). Houve melhora significativa da força muscular periférica, do TC6 e da qualidade de vida.

Embora efetivos, os exercícios aeróbios de alta intensidade realizados em ergômetros resultam em hipoxemia e dispnéia intensa e não são bem tolerados pela maioria dos pacientes com DPOC<sup>(33)</sup>. Além disso, são monótonos, pouco diversificados e estão associados à menor adesão dos pacientes aos programas de reabilitação<sup>(34-36)</sup>. Por outro lado, o treinamento de força resulta em dispnéia intermitente e alguns autores o descrevem como mais bem tolerado pelos pacientes com DPOC, quando comparado ao treinamento aeróbio<sup>(17,28,37,38)</sup>. Em 2001, Würtemberger et al.<sup>(39)</sup> observaram que os pacientes com DPOC mais grave apresentaram maiores benefícios após treinamento de força isolado ou treinamento combinado. Em contrapartida, os pacientes com doença mais leve obtiveram melhores resultados após treinamento aeróbio isolado. O treinamento combinado, especialmente quando não altera a duração das sessões, é mais tolerável e diversificado, o que pode resultar em benefício social e maior adesão dos pacientes no programa de reabilitação.

## TREINAMENTO DE FORÇA E AUMENTO DE MASSA MAGRA DO CORPO

Embora o aumento de força muscular periférica seja o resultado mais consistente do treinamento de força, o aumento da massa magra total do corpo é encontrado, geralmente, quando o programa de reabilitação pulmonar inclui, além do condicionamento físico, suporte nutricional ou suplementação com agentes específicos, tais como: esteróides anabolizantes e creatina<sup>(40-42)</sup>.

Casaburi et al.<sup>(41)</sup> avaliaram pacientes com DPOC que receberam testosterona e/ou treinamento de força de membros inferiores. O treinamento de força (placebo) resultou em melhora da massa magra segmentar de membros inferiores. Apenas os pacientes que receberam testosterona melhoraram significativamente a massa magra total do corpo. No mesmo sentido, Fuld et al.<sup>(42)</sup> avaliaram os efeitos da administração de creatina ou placebo em pacientes com DPOC. Ao final do estudo, os pacientes que receberam apenas treinamento (placebo) não apresentaram aumento significativo da massa magra total do corpo; em contrapartida, os pacientes que receberam creatina obtiveram melhora significativa desta variável. Diferentemente, Franssen et al.<sup>(40)</sup>, sem fazer uso de agentes ergogênicos, observaram melhora da massa magra total do corpo após programa diversificado de condicionamento físico. Entretanto, os pacientes estavam em regime hospitalar e receberam acompanhamento nutricional para manutenção do peso.

Esses estudos mostram que a melhora da massa magra do corpo em pacientes com DPOC pode ocorrer de forma localizada e, principalmente, relacionada a intervenções nutricionais. Provavelmente, os níveis reduzidos de hormônios anabólicos encontrados em pacientes com DPOC<sup>(43,44)</sup> dificultem a incorporação de massa magra de magnitude

semelhante à observada em populações de idosos assintomáticos<sup>(45)</sup>.

Como exceção, podemos citar o estudo de Panton et al.<sup>(30)</sup> que mostrou melhora significativa da massa magra total do corpo (5%) e declínio significativo da massa de gordura (15%) após treinamento combinado. Esse fato pode ser atribuído ao grande número (12 exercícios) e diversidade de exercícios de fortalecimento muscular envolvidos nesse estudo (Tabela 1).

## RECOMENDAÇÕES PARA O TREINO DE FORÇA

As recomendações para o treinamento de força para indivíduos idosos assintomáticos<sup>(45)</sup> são extrapoladas e as experiências bem sucedidas em pacientes com DPOC são, geralmente, utilizadas como guias para a prescrição do treinamento de força. Os principais estudos publicados, resumidos na Tabela 1, propõem: uma a três séries de repetições para cada um dos grupos musculares, oito a 12 repetições, com intervalo de dois a três minutos entre as séries, dois a três dias de treinamento na semana, intensidade de 50% a 90% de 1RM e ajuste da intensidade a cada três a quatro semanas. Existem experiências bem sucedidas em pacientes com DPOC, cujas intensidades do treinamento atingiram até 90% de 1RM sem relato de efeitos adversos<sup>(2,20,27)</sup>. Portanto, parece ser seguro utilizar o treinamento de força nessa população, desde que sejam consideradas as comorbidades, sobretudo, a presença de doenças cardiovasculares. Por outro lado, o treinamento prescrito com base em percentuais de 1RM demanda tempo que poderia ser utilizado durante o treinamento. Nesse sentido, fora do ambiente de pesquisa, estratégias como cinco a 10 repetições máximas (maior quantidade de carga que pode ser mobilizada por no máximo 5 a 10 repetições em amplitude total de determinado movimento; 5-10RM) ou a prescrição por meio da sensação psicofisiológica de esforço podem ser mais pragmáticas.

Intensidades entre 70% e 90% de 1RM podem provocar elevações indesejáveis da pressão arterial. A pressão arterial deve ser monitorada antes e após o exercício e, eventualmente, durante a realização do mesmo. Embora o intervalo entre as séries de repetições seja, geralmente, omitido nos principais estudos, para que as repercussões cardiovasculares sejam minimizadas, dois a três minutos de intervalo entre cada série de repetições são recomendados<sup>(45)</sup>.

O fortalecimento muscular para pacientes com DPOC deve ser desenhado não apenas para os músculos da deambulação e dos membros superiores, mas também para a musculatura do tronco. Os músculos do tronco mostraram ser determinantes para a capacidade funcional de exercício nesses pacientes, provavelmente pela grande participação na respiração acessória<sup>(46)</sup>. Hoff et al.<sup>(20)</sup> observaram, após treinamento de força de alta intensidade de pressão das pernas, o qual exige ação dos músculos abdominais, correlação significativa entre os incrementos da força muscular e do VEF<sub>1</sub>. Músculos como latíssimo do dorso, peitoral maior e abdominais desempenham papel importante na expiração acessória e, conseqüentemente, na manutenção da geometria e comprimento diafragmáticos<sup>(47)</sup>. Este fato pode explicar a influência positiva do fortalecimento desses músculos na capacidade funcional de exercício<sup>(46)</sup> e na função pulmonar<sup>(20)</sup>.

Uma grande variedade de equipamentos para treinamento de força tem sido utilizada em programas de reabilitação. Entre os mais utilizados encontram-se os aparelhos de musculação, os pesos livres e os elásticos. Os aparelhos têm a vantagem de proteger as costas, estabilizando a posição corporal do paciente e permitir o aumento gradativo de carga. Como desvantagens, exigem espaço amplo, são de difícil locomoção e têm alto custo. Os pesos livres apresentam como principais vantagens o espaço mínimo necessário para guardar e para a realização do exercício, fácil locomoção do material, melhor isolamento

de músculos específicos e custo-benefício favorável. Suas principais desvantagens são o componente isométrico gerado pela preensão da mão e a possibilidade de cair e causar lesões aos pacientes. Os elásticos apresentam as mesmas vantagens dos pesos livres, além de possibilitarem a melhora de flexibilidade articular. Suas principais desvantagens estão no componente isométrico com o movimento sustentado e podem ser facilmente danificados por objetos pontiagudos<sup>(48)</sup>.

Embora o exercício de alta intensidade resulte em maiores adaptações fisiológicas, os exercícios de baixa intensidade são benéficos e recomendados, sobretudo para pacientes mais comprometidos. O consenso atual de reabilitação pulmonar<sup>(49)</sup> recomenda: o mínimo de 20 sessões (3x/semana) para obtenção de adaptações fisiológicas; semanalmente, duas sessões supervisionadas e uma terceira domiciliar; treinamento destinado aos membros superiores e inferiores; o treinamento combinado pode maximizar os benefícios e é alternativa tolerável e diversificada de condicionamento; o treinamento de força é recomendado especialmente para pacientes com disfunção muscular esquelética significativa.

Finalmente, o local para a realização da reabilitação pulmonar deve ser bem iluminado e com piso antiderrapante. Os pacientes devem ser orientados a usar sapatos adequados. Barras paralelas para apoio e supervisão profissional individualizada são recomendados. Isso é válido, visto que, os pacientes portadores da DPOC são mais suscetíveis à osteoporose e fraturas ósseas<sup>(50)</sup>.

## ESTRATÉGIAS PARA PESQUISAS FUTURAS

A literatura mostra que o aumento da força muscular periférica é o benefício mais consistente do treinamento de força em pacientes com DPOC, entretanto esse ganho não resulta em melhora adicional da capacidade para realizar exercícios, da dispnéia ou da qualidade de vida. O delineamento de pesquisas sobre o treinamento de força para pacientes com DPOC poderia seguir algumas direções nos próximos anos. Primeiro, há indícios de que a melhora da função muscular se traduza em melhor desempenho nas atividades de vida diária<sup>(30,51)</sup> e melhor mobilidade física<sup>(51)</sup>. Kongsgaard et al.<sup>(51)</sup> observaram que o treinamento de força resultou em melhora significativa da velocidade usual e máxima da marcha, avaliada por meio de teste de caminhada de 30m. Nesse sentido, são necessárias investigações mais criteriosas sobre a repercussão do treinamento de força nos atributos biomecânicos da marcha.

Segundo, a DPOC está associada ao maior risco do desenvolvimento de ansiedade e depressão<sup>(49)</sup>. As limitações físicas, decorrentes do prejuízo da função pulmonar e da disfunção muscular esquelética, tornam os pacientes com DPOC sedentários, limitados nas atividades de vida diária, isolados, ansiosos e deprimidos<sup>(52)</sup>. A prevalência de ansiedade é três vezes maior em pacientes com DPOC que na população geral<sup>(53)</sup>, sendo um fator de previsão para a frequência de admissões hospitalares por exacerbação da doença<sup>(54)</sup>. Emery et al.<sup>(55)</sup> avaliaram os efeitos da reabilitação pulmonar, incluindo treinamento combinado, nos aspectos psicológicos e na função cognitiva de 64 pacientes com DPOC. O treinamento consistiu de cinco sessões semanais de exercício aeróbico (45min) e exercícios de força para os membros superiores. Ao final de 30 dias de reabilitação, houve melhora da função cognitiva e redução da ansiedade e depressão, além de benefícios relacionados à capacidade funcional de exercício. Em indivíduos idosos assintomáticos, alguns estudos mostraram que o treinamento de força apresentou efeitos positivos na saúde mental<sup>(56)</sup>. Singh et al.<sup>(57)</sup> avaliaram o quanto o treinamento de força pode reduzir os sinais e sintomas da depressão. Após 10 semanas de treinamento, os autores observaram melhora significativa do quadro de depressão em homens e mulheres idosos.

Tendo em vista que não há, sob nosso conhecimento, estudos que avaliaram os efeitos do treinamento de força isolado nos quadros de ansiedade e depressão dos pacientes com DPOC, o delineamento de pesquisas com esse objetivo faz-se necessário.

Terceiro, a osteoporose tem sido reconhecida como uma das manifestações sistêmicas da DPOC. Entre os possíveis fatores etiológicos estão: estilo de vida sedentário, genética, uso prolongado de corticosteróides, anormalidades hormonais e prejuízos na composição do corpo e na função muscular. A ocorrência de fraturas relacionadas à osteoporose ou como consequência de quedas podem resultar em distúrbios locomotores e em mortalidade nos pacientes com DPOC<sup>(50)</sup>. McEvoy et al.<sup>(58)</sup> avaliaram a associação do uso de corticosteróides e fraturas vertebrais em 312 indivíduos do sexo masculino com DPOC, estratificados em três grupos: pacientes que nunca utilizaram corticosteróides, pacientes que recebiam corticosteróides inalatórios e aqueles que recebiam corticosteróides sistêmicos. A prevalência de fratura vertebral foi de 48,7%, 57,1% e 63,3%, respectivamente para os grupos. Em idosos assintomáticos, o treinamento de força tem sido associado com melhora da densidade mineral óssea, melhora do equilíbrio e diminuição do risco de quedas<sup>(56)</sup>. Nesse sentido, o delineamento de pesquisas com o objetivo de avaliar os efeitos do treinamento de força no sistema osteoarticular de pacientes com DPOC é opção racional para pesquisas futuras.

Quarto, os efeitos do treinamento domiciliar, os fatores de previsão para a aderência dos participantes, os efeitos a longo prazo e a relação custo-efetividade relacionados ao treinamento de força já foram investigados em outras populações<sup>(59-61)</sup>. Por outro lado, estes atributos não receberam a devida atenção em pacientes com DPOC.

Finalmente, Kongsgaard et al.<sup>(51)</sup> observaram que o treinamento de força foi capaz de manter a função pulmonar dos pacientes com DPOC. Ao contrário, houve tendência a declínio da função pulmonar nos pacientes com DPOC não exercitados ( $p=0,05$ ). Recentemente, Hoff et al.<sup>(20)</sup> observaram melhora significativa da função pulmonar após treinamento de força dos membros inferiores (pressão das pernas) em pacientes com DPOC. Portanto, os efeitos do treinamento de força na função pulmonar necessitam de maiores esclarecimentos.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O treinamento de força em associação ao exercício aeróbico de moderada a alta intensidade não resulta em melhora adicional da capacidade de exercício, dispnéia e qualidade de vida. O treinamento combinado parece ser fisiologicamente mais completo e pode ser opção racional de condicionamento físico tolerável e diversificado para os pacientes. O fortalecimento muscular específico para os músculos do tronco, além dos músculos da deambulação, pode melhorar a tolerância ao exercício e a função pulmonar. O treinamento de força deve ser incluído nos programas de reabilitação pulmonar como estratégia de rotina. Finalmente, os benefícios do treinamento de força ocorrem independentemente da intensidade com que este é realizado.

Os efeitos do treinamento de força são evidentes na melhora da força muscular, no entanto seus efeitos na capacidade de exercício, na saúde mental, no desempenho em atividades de vida diária, na saúde osteoarticular, no risco de quedas e na função pulmonar, entre outros, são pouco conhecidos. Sendo assim, são necessários mais estudos com o objetivo de investigar os efeitos do treinamento de força sobre esses aspectos em pacientes com DPOC.

---

Todos os autores declararam não haver qualquer potencial conflito de interesses referente a este artigo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Palange P, Forte S, Felli A, Galassetti P, Serra P, Carlone S. Nutritional state and exercise tolerance in patients with COPD. *Chest* 1995; 107: 1206-12.
- Simpson K, Killian K, McCartney N, Stubbing DG, Jones NL. Randomised controlled trial of weightlifting exercise in patients with chronic airflow limitation. *Thorax* 1992; 47: 70-5.
- Sala E, Roca J, Marrades RM, Afonso J, Suso JMG, Moreno A, et al. Effects of endurance training on skeletal muscle bioenergetics in chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med* 1999; 159: 1726-34.
- Maltais F, Simard AA, Simard C, Jobin J, Desgagnés P, LeBlanc P. Oxidative capacity of the skeletal muscle and lactic acid kinetics during exercise in normal subjects and in patients with COPD. *Am J Respir Crit Care Med* 1996; 153: 288-93.
- Bernard S, LeBlanc P, Whittom F, Carrier G, Jobin J, Belleau R, et al. Peripheral muscle weakness in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Crit Care Med* 1998; 158: 629-39.
- Coronell C, Orozco-Levi M, Méndez R, Sarmiento AR, Gáldiz JB, Gea J. Relevance of assessing quadriceps endurance in patients with COPD. *Eur Respir J* 2004; 24: 129-36.
- Mador MJ, Bozkanat E. Skeletal muscle dysfunction in chronic obstructive pulmonary disease. *Respir Rev* 2001; 2: 216-24.
- Marquis K, Debigaré R, Lacasse Y, LeBlanc P, Jobin J, Carrier G, et al. Midthigh muscle cross-sectional area is a better predictor of mortality than body mass index in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med* 2002; 166: 809-13.
- Gea JG, Pasto M, Carmona MA, Orozco-Levi M, Palomeque J, Broquetas J. Metabolic characteristics of the deltoid muscle in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Eur Respir J* 2000; 17: 939-45.
- Gosselink R, Troosters T, Decramer M. Distribution of muscle weakness in patients with stable chronic obstructive pulmonary disease. *J Cardioplum Rehabil* 2000; 20: 353-60.
- Man WDC, Hopkinson NS, Harraf F, Nikolettou D, Polkey MI, Moxham J. Abdominal muscle and quadriceps strength in chronic pulmonary disease. *Thorax* 2005; 60: 718-22.
- Pouw EM, Koerts LE, Gosker HR, Freling G, Vusse GJ, Wouters EF, et al. Muscle metabolic status in patients with severe COPD with and without long-term prednisolone. *Eur Respir J* 2000; 16: 247-52.
- Maltais F, LeBlanc P, Whittom F, Simard C, Marquis K, Bélanger, et al. Oxidative enzyme activities of vastus lateralis muscle and functional status in patients with COPD. *Thorax* 2000; 55: 848-53.
- Hamilton AL, Killian KJ, Summers E, Jones N. Muscle strength, symptom intensity, and exercise capacity in patients with cardiorespiratory disorders. *Am J Respir Crit Care Med* 1995; 152: 2021-31.
- Mador MJ, Deniz O, Aggarwal A, Kufel TJ. Quadriceps fatigability after Singer muscle exercise in patient with chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med* 2003; 168: 102-8.
- Cooper CB. Exercise in chronic obstructive pulmonary disease: limitations and rehabilitation. *Med Sci Sports Exerc* 2001; 33: 643-6.
- Spruit MA, Gosselink R, Troosters K, Paepé K, Decramer M. Resistance versus endurance training in patients with COPD and peripheral muscle weakness. *Eur Respir J* 2002; 19: 1072-8.
- Puhan MA, Schünemann HJ, Frey M, Scharplatz M, Bachmann LM. How should COPD patients exercise during respiratory rehabilitation? Comparison of exercise modalities and intensities to treat skeletal muscle dysfunction. *Thorax* 2005; 69: 367-75.
- Clark CJ, Cochrane LM, Mackay E, Pantan B. Skeletal muscle strength and endurance in patients with mild COPD and the effects of weight training. *Eur Respir J* 2000; 15: 92-7.
- Hoff J, Tjonna AE, Steinshamn S, Hoydal M, Richardson RS, Helgerud J. Maximal strength training of the legs in COPD: a therapy for mechanical inefficiency. *Med Sci Sports Exerc* 2007; 39: 220-6.
- Clark CJ, Cochrane L, Mackay E. Low intensity peripheral muscle conditioning improves exercise tolerance and breathlessness in COPD. *Eur Respir J* 1996; 9: 2590-6.
- Normandim EA, McCusker C, Connors M, Vale F, Gerardi D, ZuWallack RL. An evaluation of two approaches to exercise conditioning in pulmonary rehabilitation. *Chest* 2002; 121: 1085-91.
- Kaelin ME, Swank AM, Barnard KL, Adams KJ, Beach P, Newman J. Physical fitness and quality of life outcomes in a pulmonary rehabilitation program utilizing symptom limited interval training and resistance training. *J Exerc Physiol* 2001; 4: 30-7.
- Dourado VZ, Antunes LCO, Tanni SE, Gonçalves RS, Rodrigues H, Cavalcanti DM, et al. Effects of different combinations of strength training and low intensity general reconditioning exercises in COPD patients. *Eur Respir J* 2005; 26: s70.
- O'Shea SD, Taylor NF, Paratz J. Peripheral muscle strength training in COPD. *Chest* 2004; 126: 903-14.
- Wright PR, Heck H, Langenkamp H, Franz KH, Weber U. Influence of a resistance training on pulmonary function and performance measures of patients with COPD. *Pneumologie* 2002; 56: 413-7.
- Ortega F, Toral J, Cejudo P, Villagomez R, Sánchez H, Catilho J, et al. Comparison of effects of strength and endurance training in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med* 2002; 166: 669-74.
- Bernard S, Whittom F, LeBlanc P, Jobin J, Belleau R, Bérubé C, et al. Aerobic and strength training in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med* 1999; 159: 896-901.
- Mador MJ, Bozkanat E, Aggarwal A, Shaffer M, Kufel TJ. Endurance and strength training in patients with COPD. *Chest* 2004; 125: 2036-45.
- Pantan LB, Golden J, Broeder CE, Browder KD, Cestaro-Seifer DJ, Seifer FD. The effects of resistance training on functional outcomes in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Eur J Appl Physiol* 2004; 91: 443-9.
- Troosters T, Gosselink R, Decramer M. Short- and long-term effects of outpatient rehabilitation in patients with chronic obstructive pulmonary disease: a randomized trial. *Am J Med* 2000; 109: 207-12.
- Kamahara K, Homma T, Naito A, Matsumura T, Nakayama M, Kadono K, et al. Circuit training for elderly patients with chronic obstructive pulmonary disease: a preliminary study. *Arch Gerontol & Geriatr* 2004; 39: 103-10.
- Maltais F, LeBlanc P, Jobin J, Bérubé C, Bruneau J, Carrier L, et al. Intensity of training and physiologic adaptation in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med* 1997; 155: 555-61.
- Lee JY, Jensen BE, Oberman A, Fletcher GF, Fletcher BJ, Raczinski JM. Adherence in the training levels comparison trial. *Med Sci Sports Exerc* 1996; 28: 47-52.
- Franklin BA, Fardy PS. Avaliação, prescrição e treinamento baseado em exercício. In: Fardy OS, Franklin BA, Porcari JP, Verrill DE, editors. *Técnicas de treinamento em reabilitação cardíaca*. São Paulo: Manole; 2001: 1-41.
- American College of Sports Medicine, editores. *Métodos para modificar os comportamentos ao exercitar-se*. In: *Diretrizes do ACSM para os testes de esforço e sua prescrição*. 3 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2003: 157-70.
- Richardson RS, Sheldon J, Poole DC, Hopkins SR, Ries AL, Wagner PD. Evidence of skeletal muscle metabolic reserve during whole body exercise in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med* 1999; 159: 881-5.
- Storer TW. Exercise in chronic obstructive pulmonary disease: resistance exercise prescription. *Med Sci Sports Exerc* 2001; 33: 680-6.
- Wurtemberger G, Bastian K. Functional effects of different training in patients with COPD. *Pneumologie* 2001; 55: 553-62.
- Franssen FME, Broekhuizen R, Janssen PP, Wouters EFM, Schols AMWJ. Effects of whole-body exercise training on body composition and functional capacity in normal weight patients with COPD. *Chest* 2004; 125: 2021-8.
- Casaburi R, Bhasin S, Cosentino L, Porszasz J, Somfay A, Lewis MI, et al. Effects of testosterone and resistance training in men with chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med* 2004; 170: 870-8.
- Fuld JP, Kilduff LP, Neder JA, Pitsiladis Y, Lean ME, Ward SA, et al. Creatine supplementation during pulmonary rehabilitation in chronic obstructive pulmonary disease. *Thorax* 2005; 60: 531-7.
- American Thoracic Society-European Respiratory Society. Skeletal muscle dysfunction in chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Crit Care Med*. 1999; 159: 1-28.
- Debigaré R, Côté CH, Maltais F. Peripheral muscle wasting in chronic obstructive pulmonary disease: clinical relevance and mechanisms. *Am J Respir Crit Care Med* 2001; 164: 1712-7.
- American College of Sports Medicine Position Stand. Exercise and physical activity for older adults. *Med Sci Sports Exerc* 1998; 30: 992-1008.
- Dourado VZ, Antunes LCO, Tanni SE, Paiva SAR, Padovani CR, Godoy I. Relationship of upper-limb and thoracic muscle strength to 6-min walk distance in COPD patients. *Chest* 2006; 129: 551-7.
- Decramer M, Gosselink R, Troosters T, Verschueren M, Evers G. Muscle weakness is related to utilization of health care resources in COPD patients. *Eur Respir J* 1997; 10: 417-23.
- Fardy OS, Franklin BA, Porcari JP, Verrill DE. *Técnicas de treinamento em reabilitação cardíaca* 1ed. São Paulo: Manole; 2001.
- Nici L, Donner C, Wouters E, ZuWallack R, Ambrosino N, Bourbeau J, et al. ATS/ERS Pulmonary Rehabilitation Writing Committee. American Thoracic Society/European Respiratory Society statement on pulmonary rehabilitation. *Am J Respir Crit Care Med* 2006; 173: 1390-413.
- Ionescu AA, Schoon E. Osteoporosis in chronic obstructive pulmonary disease. *Eur Respir J* 2003; 22: 564-75.
- Kongsgaard M, Backer V, Jorgensen K, Kjaer M, Beyer N. Heavy resistance training increases muscle size, strength and physical function in elderly male COPD-patients – a pilot study. *Respir Med* 2004; 98: 1000-7.
- Neder JA, Jones PW, Nery LE, Whipp BJ. Determinants of the exercise endurance capacity in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med* 2000; 162: 497-504.
- Aydin IO, Ulushain A. Depression, anxiety, comorbidity, and disability in tuberculosis and chronic obstructive disease patients: Applicability of GHQ-12. *Gen Hosp Psychiatry* 2001; 23: 77-83.
- Yohannes AM, Baldwin RC, Connolly MJ. Depression and anxiety in elderly outpatients with chronic obstructive pulmonary disease: Prevalence, and validation of the BASDEC screening questionnaire. *Int J Geriatr Psychiatry* 2000; 15: 1090-6.
- Emery CF, Leatherman NE, Burkner EJ, MacIntyre NR. Psychological outcomes of a pulmonary rehabilitation program. *Chest* 1991; 100: 613-7.
- Seguin R, Nelson ME. The benefits of strength training for older adults. *Am J Prev Med* 2003; 25: 141-9.
- Singh N, Clements K, Fatarone M. A randomized controlled trial of progressive resistance training in depressed elders. *J Gerontol* 1997; 52: 27-35.
- McEvoy CE, Ensrud KE, Bender E, Genat HK, Yu W, Griffith JM, et al. Association between corticosteroid use and vertebral fractures in older men with chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med* 1998; 157: 704-9.
- Jette AM, Rooks D, Lachman M, Lin TH, Levenson C, Heislein D, et al. Home-based resistance training: predictors of participation and adherence. *Gerontologist* 1998; 38: 412-21.
- Sevick MA, Bradham DD, Muender M, Chen GJ, Enarson C, Dailey M, et al. Cost-effectiveness of aerobic and resistance exercise in seniors with knee osteoarthritis. *Med Sci Sports Exerc* 2000; 32: 1534-40.
- Hakkinen A, Sokka T, Hannonen P. A home-based two-year strength training period in early rheumatoid arthritis led to good long-term compliance: a five-year followup. *Arthritis Rheum* 2004; 51: 56-62.